

GK-US035131

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: :
: :
Boeun KIM et al. : :
: Patent Art Unit: 2816
Serial No.: 10/673,555 : :
: :
Filed: September 30, 2003 : :
: :
For: TRANSDUCTANCE VARYING : :
CIRCUIT OF TRANSDUCTOR : :
CIRCUIT, VARYING BANDWIDTH : :
FILTER CIRCUIT USING THE SAME : :
AND DIGITAL TUNING CIRCUIT OF : :
TRANSDUCTOR-CAPACITOR FILTER :

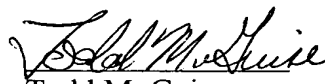
CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119

The Assistant Commissioner of Patents
Washington, DC 20231

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. §119, Applicants file herewith a certified copies of
(1) Korean Application No. 2002-0059260, filed September 30, 2002, and (2) Korean
Application No. 2002-0059258, filed September 30, 2002 in accordance with the
International Convention for the Protection of Industrial Property, 53 Stat. 1748. Applicants
hereby claim priority under 35 U.S.C. §119 in accordance with the International Convention
for the Protection of Industrial Property, 53 Stat. 1748.

Respectfully submitted, -


Todd M. Guise
Reg. No. 46,748

SHINJYU GLOBAL IP COUNSELORS, LLP
1233 Twentieth Street, NW, Suite 700
Washington, DC 20036
(202)-293-0444
Dated: 4/30/04



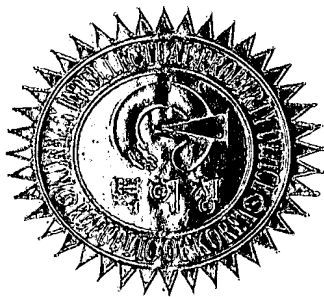
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2002-0059260
Application Number

출원 년 월 일 : 2002년 09월 30일
Date of Application SEP 30, 2002

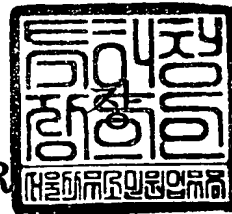
출원인 : 인티그런트 테크놀로지즈(주)
Applicant(s) INTEGRANT TECHNOLOGIES INC.



2003 년 10 월 01 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0002
【제출일자】	2002.09.30
【발명의 명칭】	트랜스컨덕터 회로의 트랜스컨덕턴스 가변 회로 및 이를 이용한 가변 대역 필터 회로
【발명의 영문명칭】	Circuit for Varying Transconductance of Transconductor Circuit and Variable Bandwidth Filter using the same
【출원인】	
【명칭】	인티그런트 테크놀로지즈(주)
【출원인코드】	1-2001-002372-0
【대리인】	
【성명】	박경완
【대리인코드】	9-1999-000646-5
【포괄위임등록번호】	2001-003356-1
【대리인】	
【성명】	김성호
【대리인코드】	9-1998-000633-4
【포괄위임등록번호】	2001-003357-8
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김세엽
【성명의 영문표기】	KIM, Se Yeob
【주민등록번호】	741019-1047520
【우편번호】	121-828
【주소】	서울특별시 마포구 상수동 88-5
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김보은
【성명의 영문표기】	KIM, Bo-Eun
【주민등록번호】	690112-1100611
【우편번호】	449-907

【주소】 경기도 용인시 기흥읍 신갈리 151-1 신갈 현대아파트 101동 106호

【국적】 KR

【심사청구】 청구

【취지】 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인
박경완 (인) 대리인
김성호 (인)

【수수료】

【기본출원료】	14 면	29,000 원
【가산출원료】	0 면	0 원
【우선권주장료】	0 건	0 원
【심사청구료】	3 항	205,000 원
【합계】		234,000 원
【감면사유】	소기업 (70%감면)	
【감면후 수수료】	70,200 원	
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통 2. 소기업임을 증명하는 서류_1통	

【요약서】**【요약】**

본 발명은 트랜스컨덕터 회로의 트랜스컨덕턴스를 제어함으로써, 트랜스컨덕터-커패시터 필터의 대역폭을 가변시키기 위한 것이다. 이러한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일실시예에 따른 트랜스컨덕터는 제1 및 제2 증폭 소자, 저항, 제1 및 제2 바이어스 전류 소오스, 및 트랜스컨덕턴스 가변 회로를 포함한다. 트랜스컨덕턴스 가변 회로는 서로 직렬 접속된 저항 및 스위치 수단을 하나 이상 포함하고, 상기 스위치 수단을 제어함으로써, 트랜스컨덕터 회로의 트랜스컨덕턴스 값을 제어한다.

【대표도】

도 2

【색인어】

트랜스컨덕터, 트랜스컨덕턴스, 필터, 가변 대역, 퇴화 저항

【명세서】**【발명의 명칭】**

트랜스컨덕터 회로의 트랜스컨덕턴스 가변 회로 및 이를 이용한 가변 대역 필터 회로
{Circuit for Varying Transconductance of Transconductor Circuit and Variable Bandwidth
Filter using the same}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래의 트랜스컨덕터-커패시터 필터의 트랜스컨덕터를 도시한 회로도.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 트랜스컨덕터를 도시한 회로도.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 트랜스컨덕턴스 가변 회로의 제어 방법을 설명하기
위하여 도시한 회로도.

<도면의 주요한 부분에 대한 부호의 설명>

MN21, MN22: 증폭 소자

2100: 트랜스컨덕턴스 가변 회로

IB21, IB22: 바이어스 전류 소오스

ctrl1~ctr4: 제어 신호

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <9> 본 발명은 통신 시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 트랜스컨덕터(transconductor)의 트랜스컨덕턴스 가변 회로 및 이를 이용한 가변 대역 트랜스컨덕터-커패시터 필터(Variable Bandwidth gm-C filter)에 관한 것이다.
- <10> 트랜스컨덕터-커패시터 필터는 통신 장비에서 수신한 신호의 복원 및 전송된 신호의 안티-에일리어싱(anti-aliasing)을 위하여 폭넓게 사용되는 소자로서, 트랜스컨덕터 및 커패시터를 포함하는 필터를 의미한다. 트랜스컨덕터는 입력으로서 전압이 인가되면, 그에 비례하는 전류를 출력하는 회로를 말하며, 상기 출력 전류는 입력 전압에 트랜스컨덕턴스(gm) 만큼 곱해진 값을 갖는다.
- <11> 트랜스컨덕터-커패시터 필터에 있어서, 트랜스컨덕턴스(gm)는 트랜스컨덕터의 출력 전류 및 필터의 차단 주파수(cut-off frequency)를 결정짓는 중요한 파라미터로서, 트랜스컨덕터의 구현 형태에 의하여 결정된다.
- <12> 도 1은 종래의 트랜스컨덕터를 도시한 회로도이다.
- <13> 도 1에 도시된 바와 같이, 트랜스컨덕터는 제1 및 제2 NMOS 트랜지스터 MN11, MN12, 제1 및 제2 바이어스 전류 소오스 IB11, IB12, 및 퇴화 저항 R11을 포함한다.
- <14> 이하, 도 1을 참조하여 이들 구성간의 연결 관계를 설명한다.
- <15> 제1 및 제2 NMOS 트랜지스터 MN11, MN12의 게이트는 각각 트랜스컨덕터의 제1 및 제2 입력단 Vin+, Vin-을 형성하고, 드레인은 각각 제1 및 제2 출력단 Iout1, Iout2을 형성한다. 제1

및 제2 NMOS 트랜지스터 MN11, MN12의 소오스에는 제1 및 제2 바이어스 전류 소오스 IB11, IB12에 의하여 바이어스 전류가 공급된다. 제1 및 제2 NMOS 트랜지스터 MN11, MN12의 소오스 양단간에는 퇴화 저항 R11이 접속된다.

<16> 도 1에 도시된 트랜스컨덕터에 있어서, 제1 및 제2 NMOS 트랜지스터 MN11, MN12의 게이트에 각각 제1 및 제2 입력 전압 V_{in+} , V_{in-} 이 인가되면, 제1 및 제2 출력단 Iout1, Iout2에는 입력 전압 V_{in} 에 트랜스컨덕턴스(gm) 만큼 곱해진 전류 I_0 가 흐르게 된다. 트랜스컨덕터의 트랜스컨덕턴스(gm)는 퇴화 저항 R11에 의하여 결정되며, 당업자에게 자명한 바와 같이, 퇴화 저항 R11의 저항 값에 반비례한다.

<17> 트랜스컨덕터-커패시터 필터에 있어서, 필터의 차단 주파수는 gm/C에 1차적으로 비례하는 값을 갖는다. 따라서, 도 1에 도시된 바와 같이, 고정된 저항 값을 갖는 수동 소자 R11를 사용하는 경우, 트랜스컨덕터의 트랜스컨덕턴스(gm)는 초기 설정된 값을 유지하게 되고, 필터의 대역폭은 일정한 값을 갖는다.

<18> 그러나, 대부분의 수신 장치가 대역폭이 서로 다른 2 이상의 신호를 수신하는 현대의 통신 시스템에 있어서, 상기와 같이 대역폭이 고정된 필터를 사용할 경우, 서로 다른 차단 주파수를 갖는 여러 개의 필터를 사용하여야 하는 문제가 발생되었다. 따라서, 이러한 문제를 해소하기 위하여, 대역폭을 가변시킬 수 있는 가변 대역 필터에 대한 연구가 진행되었다.

<19> 수신 신호에 따라서, 필터의 차단 주파수를 가변시키기 위한 종래 기술로서, 퇴화 저항 R11 대신에 MOSFET 소자를 이용하는 것이 있다. 즉, 수신 신호에 따라 MOSFET 소자의 게이트에 서로 다른 제어 전압을 인가함으로써, MOSFET 소자의 저항 값을 변화시키는 것이다. 이로써, 트랜스컨덕터의 퇴화 저항 값이 수신 신호에 따라 변화하게 되고, 트랜스컨덕터의 트랜스컨덕턴스(gm)를 가변시킬 수 있다.

<20> 그러나, 이러한 종래 기술의 경우, MOSFET 소자의 게이트에 인가되는 전압을 제어하여 얻을 수 있는 저항 값의 범위는 매우 제한적이며, 따라서, 필터의 차단 주파수를 변화시키는 데에는 한계가 있었다. 또한, MOSFET 소자의 비선형성으로 인하여, 필터 전체의 성능을 저하시키는 문제가 발생되었다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<21> 본 발명의 목적은 선형적으로 트랜스컨덕턴스(gm)를 가변시킬 수 있는 트랜스컨덕터 회로를 제공하기 위한 것이다.

<22> 본 발명의 다른 목적은 트랜스컨덕터의 트랜스컨덕턴스를 가변시킴으로써, 대역폭을 가변시킬 수 있는 트랜스컨덕터-커패시터 필터를 제공하기 위한 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

<23> 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일실시예에 따른 트랜스컨덕터 회로의 트랜스컨덕턴스 가변 회로는, 제1, 제2 및 제3 단자를 구비하고, 제3 단자에 인가되는 전압에 비례하여 제1 단자로부터 제2 단자로 흐르는 전류의 양이 제어되는 제1 및 제2 증폭 소자, 제1 및 제2 증폭 소자의 제2 단자간에 접속되는 저항, 및 제1 및 제2 증폭 소자의 제2 단자 및 접지간에 각각 접속되는 제1 및 제2 바이어스 전류 소오스를 포함하는 트랜스컨덕터 회로의 트랜스컨덕턴스 가변 회로에 있어서, 하나 이상의 저항 및 하나 이상의 스위치 수단을 포함하고, 저항 및 스위치 수단은 직렬 접속되어 제1 및 제2 증폭 소자의 제2 단자간에 접속된다.

<24> 본 발명의 일실시예에 따른 가변 대역 트랜스컨덕터-커패시터 필터 회로는 트랜스컨덕터 및 커패시터를 포함하고, 상기 트랜스컨덕터는 제1, 제2 및 제3 단자를 구비하고, 제3 단자에 인가되는 전압에 비례하여 제1 단자로부터 제2 단자로 흐르는 전류의 양이 제어되는 제1 및 제

2 증폭 소자, 제1 및 제2 증폭 소자의 제2 단자 간에 접속되는 저항, 제1 및 제2 증폭 소자의 제2 단자 및 접지 간에 각각 접속되는 제1 및 제2 바이어스 전류 소오스, 하나 이상의 저항 및 하나 이상의 스위치 수단을 포함하고, 저항 및 스위치 수단은 직렬 접속되어 제1 및 제2 증폭 소자의 제2 단자 간에 접속되는 트랜스컨덕터 가변 회로를 포함한다.

<25> 본 발명의 일실시예에 따른 트랜스컨덕터 가변 회로 및 이를 이용한 트랜스컨덕터-커패시터 필터에 있어서, 제1 및 제2 증폭 소자는 MOSFET이고, 제1 단자, 제2 단자, 및 제3 단자는 각각 드레인, 소오스, 게이트이다.

<26> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다.

<27> 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 트랜스컨덕터를 도시한 회로도이다.

<28> 본 발명의 일실시예에 따른 트랜스컨덕터는 MOSFET 증폭 소자를 활용한다. 증폭 소자는 게이트, 소오스, 및 드레인을 구비한다. MOSFET 증폭 소자는 게이트에 인가되는 전압의 크기 및 극성에 따라서, 드레인에서 소오스로 또는 그 역으로 흐르는 전류의 양 및 방향이 결정되는 특성을 갖는다. 이러한 증폭 소자로는 바이폴라 정션 트랜지스터(BJT), 정션 전계 효과 트랜지스터(JFET), 금속 산화막 반도체 전계 효과 트랜지스터(MOSFET) 및 금속 반도체 전계 효과 트랜지스터(MESFET) 등이 있다.

<29> 상술한 증폭 소자 중에서도 이하의 설명에서는 MOSFET을 중심으로 설명하고자 한다. 그러나, 본 발명의 정신은 MOSFET 뿐만 아니라 상보적으로 동작하는 모든 소자에 적용할 수 있다. 따라서, 비록 본 명세서에서는 MOSFET을 중심으로 설명하나, 본 발명의 개념과 범위가 MOSFET으로 한정되는 것은 아니다. 또한, 이하의 설명에서는 N형 MOSFET를 중심으로 설명하지만, 본 발명의 개념을 P형 MOSFET에도 적용할 수 있음은 당업계에 자명하다.

- <30> 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 트랜스컨덕터는 제1 및 제2 증폭 소자 MN21, MN22, 제1 및 제2 바이어스 전류 소오스 IB21, IB22, 저항 R21, 및 트랜스컨덕턴스 가변 회로(2100)를 포함한다. 트랜스컨덕턴스 가변 회로(2100)는 하나 이상의 저항 소자 및 스위치 수단을 포함하고, 트랜스컨덕터의 퇴화 저항 값을 제어함으로써, 트랜스컨덕턴스(gm) 값을 가변시키는 역할을 한다.
- <31> 이하, 도 2를 참조하여 이들 구성간의 접속 관계를 설명한다.
- <32> 제1 및 제2 증폭 소자 MN21, MN22의 게이트는 각각 제1 및 제2 입력단 Vin+, Vin-을 형성하고, 드레인단은 제1 및 제2 출력단 Iout1, Iout2을 형성한다. 제1 및 제2 바이어스 전류 소오스 IB21, IB22는 각각 제1 및 제2 증폭 소자 MN21, MN22의 소오스에 바이어스 전류를 공급하고, 저항 R21은 제1 및 제2 NMOS 트랜지스터 MN21, MN22의 소오스간에 접속된다.
- <33> 트랜스컨덕턴스 가변 회로(2100)는 제1 및 제2 증폭 소자 MN21, MN22의 소오스 간에 접속된다. 즉, 제1 저항 Rc21의 일단은 제1 스위치 수단 SW21을 통하여 제1 증폭 소자 MN21의 소오스에 접속되고, 타단은 제2 스위치 수단 SW22을 통하여 제2 증폭 소자 MN22의 소오스에 접속된다. 마찬가지로, 제2 저항 Rc22의 일단 및 타단은 각각 제3 및 제4 스위치 수단 SW23, SW24를 통하여, 제1 및 제2 증폭 소자 MN21, MN22의 소오스에 접속된다.
- <34> 본 발명의 일실시예에 따른 트랜스컨덕턴스 가변 회로(2100)에 있어서, 제1 및 제2 저항 Rc21, Rc22의 양단에는 실질적으로 동일한 스위치 수단이 접속된다. 그러나, 이는 트랜스컨덕터의 매칭 특성을 위한 것으로서, 본 발명의 정신은 제1 및 제2 저항 Rc21, Rc22에 접속된 스위치의 숫자에 한정되지 않는다. 즉, 실시예에 따라서는 하나의 스위치만이 제1 및 제2 저항 Rc21, Rc22의 일단에 접속되고, 제1 및 제2 저항 Rc21, Rc22의 타단은 증폭 소자의 소오스에 직접 접속될 수도 있다.

- <35> 또한, 도 2에서는 설명의 편의상 제1, 제2 저항 Rc21, Rc22 및 제1 내지 제4 스위치 수단 SW21~SW24 만을 도시하였으나, 보다 폭넓게 트랜스컨덕턴스(gm)를 제어하고자 하는 경우에는 제1 및 제2 증폭 소자 MN21, MN22의 소오스 간에 접속된 저항 및 스위치 수단의 숫자를 증가시킬 수 있으며, 실시예에 따라서는 제1 저항 Rc21 및 제1 및 제2 스위치 수단 SW21, SW22만을 이용하여 트랜스컨덕턴스 가변 회로(2100)를 구현할 수도 있을 것이다.
- <36> 이하, 도 2를 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 트랜스컨덕터의 동작을 상세히 설명한다.
- <37> 제1 및 제2 증폭 소자 MN21, MN22는 각각의 게이트에 인가되는 입력 전압 Vin+, Vin-에 의하여 드레인에 흐르는 전류 I₀를 제어한다.
- <38> 트랜스컨덕턴스 가변 회로(2100)는 제1 내지 제4 스위치 수단 SW21~SW24의 온-오프를 제어함으로써, 트랜스컨덕터의 퇴화 저항 값을 가변시킨다. 또한, 제1 및 제2 스위치 수단 SW21, SW22 및 제3 및 제4 스위치 수단 SW23, SW24은 각각 하나의 쌍으로서 동작한다.
- <39> 상기 설명한 바와 같이, 트랜스컨덕터의 트랜스컨덕턴스(gm) 값은 퇴화 저항 값에 반비례하므로, 트랜스컨덕턴스 가변 회로(2100)의 저항 값을 조절함으로써, 트랜스컨덕턴스(gm) 값을 변화시킬 수 있다. 즉, 트랜스컨덕턴스 가변 회로(2100)의 모든 스위치가 개방되었을 때, 퇴화 저항은 저항 R21만으로 구성되므로 가장 작은 트랜스컨덕턴스(gm) 값을 얻을 수 있고, 모든 스위치를 단락시켰을 때 가장 큰 트랜스컨덕턴스(gm) 값을 얻을 수 있다.
- <40> 또한, 트랜스컨덕터-커패시터 필터에 있어서, 차단 주파수는 트랜스컨덕터의 트랜스컨덕턴스(gm) 값에 비례하므로, 트랜스컨덕턴스(gm) 값을 변화시킴으로써, 차단 주파수를 제어할 수 있다.

- <41> 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 트랜스컨덕턴스 가변 회로(3100)의 제어 방법을 설명하기 위하여 도시한 회로도이다.
- <42> 도 3에 도시된 트랜스컨덕턴스 가변 회로(3100)는 4개의 저항 Rc31~Rc34 및 8개의 스위치 수단 SW31~SW38을 포함한다.
- <43> 각각의 저항의 양단 및 제1 및 제2 NMOS 트랜지스터 MN31, MN32의 소오스 간에는 스위치 수단이 접속되고, 동일한 저항의 양단에 접속된 스위치 수단에는 동일한 제어 신호가 인가된다. 즉, 제1 내지 제4 저항 Rc31~Rc34의 양단에 접속된 스위치 수단들은 서로 쌍으로서 동작하며, 동시에 온-오프 된다.
- <44> 도 3과 같이 4개의 저항 Rc31~Rc34 및 8개의 스위치 수단 SW31~SW38으로 트랜스컨덕턴스 가변 회로(3100)를 구현하는 경우에는 4 비트의 제어 신호가 필요하며, 각각의 스위치 수단 SW31~SW38들은 인가되는 제어 신호 ctrl~ctr4의 레벨에 따라서 온-오프가 결정된다. 본 발명의 일실시예에 따른 트랜스컨덕턴스 가변 회로(3100)에 있어서, 각각의 스위치 수단 SW31~SW38은 인가되는 신호가 하이 레벨일 경우에 단락 되며, 로우 레벨인 경우에는 개방된다. 예컨대, 1001의 제어 신호가 인가되는 경우, 제1 및 제2 스위치 수단 SW31, SW32, 및 제7 및 제8 스위치 수단 SW37, SW38이 단락되어, 퇴화 저항은 저항 Rc, 제1 저항 R31, 및 제4 저항 R34의 병렬 접속으로 형성된다.
- <45> 따라서, 도 3과 같이 트랜스컨덕턴스 제어 회로(3100)를 구현하는 경우에는 트랜스컨덕턴스(gm) 값은 16개의 값 중 어느 하나를 선택할 수 있으며, 이에 의하여 트랜스컨덕터-커패시터 필터의 차단 주파수가 결정된다.

【발명의 효과】

- <46> 본 발명에 따르면, 트랜스컨덕터 회로는 저항 스위칭을 이용한 트랜스컨덕턴스 가변 회로를 포함함으로써, 선형적으로 트랜스컨덕턴스를 가변시킬 수 있다.
- <47> 또한, 트랜스컨덕터의 트랜스컨덕턴스 값을 변화시킴으로써, 이를 이용한 트랜스컨덕터-커패시터 필터의 차단 주파수를 넓은 대역에 걸쳐서 가변시킬 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

제1, 제2 및 제3 단자를 구비하고, 상기 제3 단자에 인가되는 전압에 비례하여 상기 제1 단자로부터 상기 제2 단자로 흐르는 전류의 양이 제어되는 제1 및 제2 증폭 소자, 상기 제1 및 제2 증폭 소자의 제2 단자간에 접속되는 저항, 및 상기 제1 및 제2 증폭 소자의 제2 단자 및 접지간에 각각 접속되는 제1 및 제2 바이어스 전류 소오스를 포함하는 트랜스컨덕터 회로의 트랜스컨덕턴스 가변 회로에 있어서,

하나 이상의 저항 및 하나 이상의 스위치 수단을 포함하고, 상기 저항 및 상기 스위치 수단은 직렬 접속되어 상기 제1 및 제2 증폭 소자의 제2 단자간에 접속되는 트랜스컨덕터 가변 회로.

【청구항 2】

트랜스컨덕터 및 커패시터를 포함하는 트랜스컨덕터-커패시터 필터에 있어서,

상기 트랜스컨덕터는 제1, 제2 및 제3 단자를 구비하고, 상기 제3 단자에 인가되는 전압에 비례하여 상기 제1 단자로부터 상기 제2 단자로 흐르는 전류의 양이 제어되는 제1 및 제2 증폭 소자,

상기 제1 및 제2 증폭 소자의 제2 단자 간에 접속되는 저항,

상기 제1 및 제2 증폭 소자의 제2 단자 및 접지 간에 각각 접속되는 제1 및 제2 바이어스 전류 소오스, 및



하나 이상의 저항 및 하나 이상의 스위치 수단을 포함하고, 상기 저항 및 상기 스위치 수단은 직렬 접속되어 상기 제1 및 제2 증폭 소자의 제2 단자 간에 접속되는 트랜스컨덕터가 변 회로

를 포함하는 트랜스컨덕터-커패시터 필터.

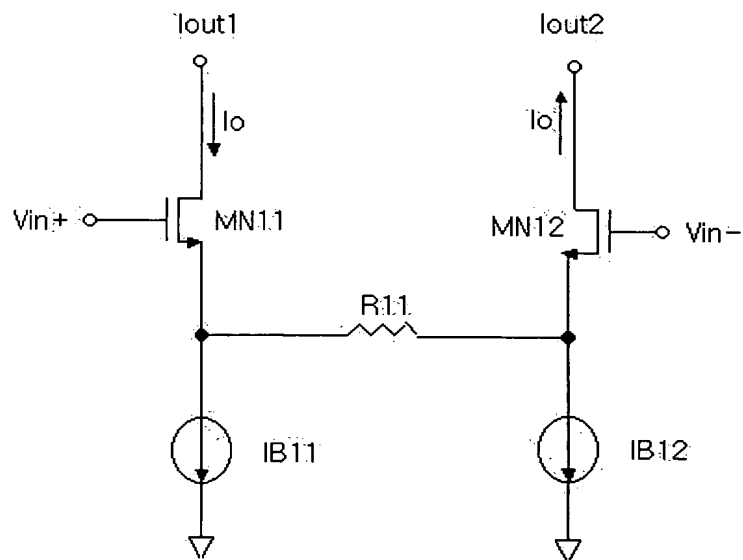
【청구항 3】

제2 항에 있어서,

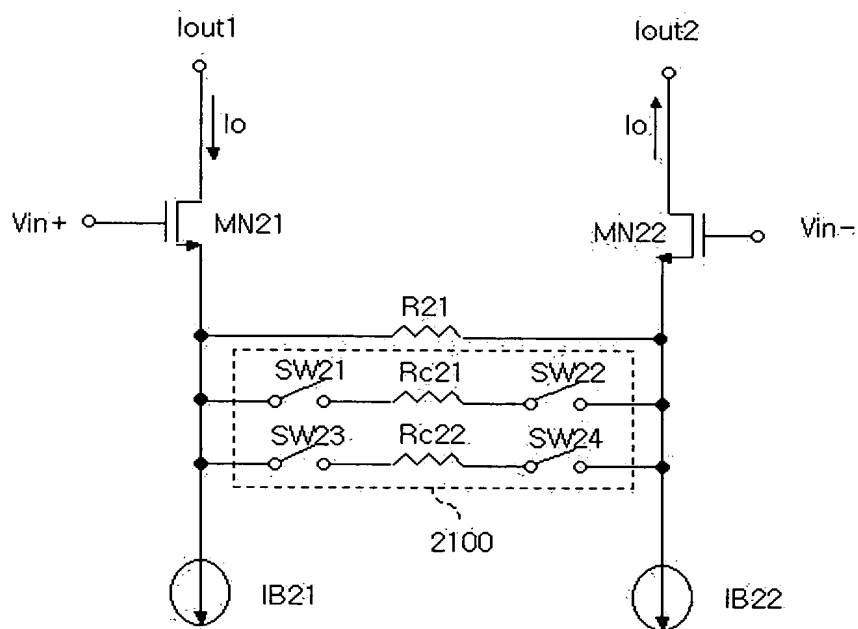
상기 제1 및 제2 증폭 소자는 MOSFET이고, 상기 제1 단자, 제2 단자, 및 제3 단자는 각각 드레인, 소오스, 게이트인 트랜스컨덕터-커패시터 필터.

【도면】

【도 1】



【도 2】



【도 3】

